

# PRV

PATENT- OCH REGISTRERINGSVERKET  
Patentavdelningen

CT/SE 0 3 1 0 1 1 7 8

#2

## Intyg Certificate

REC'D 17 JUL 2003

WIPO

PCT

Härmed intygas att bifogade kopior överensstämmer med de handlingar som ursprungligen ingivits till Patent- och registreringsverket i nedannämnda ansökan.

This is to certify that the annexed is a true copy of the documents as originally filed with the Patent- and Registration Office in connection with the following patent application.



(71) Sökande                      *Tekniska Verken i Linköping AB, Linköping SE*  
Applicant (s)

(21) Patentansökningsnummer    *0202428-9*  
Patent application number

(86) Ingivningsdatum                      *2002-08-14*  
Date of filing

*Stockholm, 2003-07-09*

*För Patent- och registreringsverket*  
*For the Patent- and Registration Office*

*Sonia André*  
Sonia André

Avgift  
Fee

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

**BEST AVAILABLE COPY**

AWAPATENT AB

TEKNISKA VERKEN I LINKÖPING  
ABKontor/Handläggare  
Växjö/Erik Simonsson/ESN

Ansökningsnr

Vår referens  
SE-2023121

Inkl. Framst. och anordn. Verket

1

- 1 4

Huvudingen Kossan

SÄTT OCH ANORDNING FÖR FRAMSTÄLLNING AV BIOGASTekniskt område

Föreliggande uppfinning avser ett sätt att fram-  
ställa biogas genom anaerob rötning av ett organiskt  
5 material.

Föreliggande uppfinning avser även en anordning för  
framställning av biogas genom anaerob rötning av ett  
organiskt material, vilken anordning innefattar en  
förslutbar, väsentligen gastät reaktor, som har ett  
10 inlopp för organiskt material och utlopp för bildad  
biogas och bildat rötslam.

Teknisk bakgrund

Rötning av organiskt avfall utnyttjas vid ett  
15 flertal processer för att minska avfallsvolymer och  
samtidigt producera biogas. Vid rötningen blandas det  
organiska avfallet med en bakteriekultur och rötas sedan  
under anaeroba betingelser. Under rötningen bryts det  
organiska avfallet ned varvid biogas, som huvudsakligen  
20 består av metan och koldioxid, och rötslam bildas.

US 4,652,374 i namnet Cohen beskriver ett sätt att i  
två steg röta organiskt avfall. Det fasta organiska  
avfallet mals på sådant sätt att 80% har en storlek av  
0,25-1,5 mm. I ett första steg sker en syrahydrolys.  
25 Vätskan från det första steget avskiljs och matas till  
ett andra steg där den huvudsakliga metanbildningen sker.

US 4,386,159 i namnet Kanai beskriver ett sätt att  
röta organiskt avfallsmaterial med ett visst förhållande  
mellan kol och kväve. Det organiska avfallsmaterialet  
30 mals till en juiceliknande vätska och blandas sedan med  
ett bakterieinnehållande slam i en tank. Rötningen får  
sedan fortgå i tanken utan omrörning under ca 5-7 dagar.

+46 470 20867

Ink i Patent och varumärket

2000-1-4

Huvudingen Kesson 2

Det är ett problem vid ovan nämnda processer att framställningen av biogas är ineffektiv och att biogasen därför blir dyr.

## 5 Sammanfattning av uppfinningen

Det är ett ändamål med föreliggande uppfinning att åstadkomma ett sätt att framställa biogas vid vilket sätt de ovan nämnda nackdelarna undanröjes eller väsentligt minskas och således åstadkomma ett sätt att framställa biogas på ett effektivare sätt.

Närmare bestämt åstadkommer uppfinningen ett sätt att framställa biogas genom anaerob rötning av ett organiskt material, vilket sätt kännetecknas av att ett organiskt material mals,  
15 att det organiska materialet blandas med en vätska för att bilda ett slam med en torrsustanshalt av 15-45 vikt% TS,

att slammet bringas i kontakt med biogasalstrande bakterier för rötning under anaeroba betingelser i en reaktor, och

20 att slammet rötas under alstring av biogas.  
Uppfinningen avser även en anordning för framställning av biogas genom anaerob rötning av ett organiskt material, vilken anordning innefattar en förslutbar, väsentligen gastät reaktor, som har ett inlopp för organiskt material och utlopp för bildad biogas och bildat rötslam, vilken anordning kännetecknas av att den innefattar en förblandningstank för blandning av ett malt organiskt material med en vätska till ett  
25 slam med en torrsustanshalt av 15-45 vikt% TS och en matningsledning för matning av slammet till reaktorn.

30 Ytterligare fördelar och kännetecken hos uppfinningen framgår av nedanstående beskrivning och de efterföljande patentkraven.

35

### Kortfattad beskrivning av ritningarna

Uppfinningen kommer nu att beskrivas mer i detalj med hjälp av icke begränsande utföringsexempel och under hänvisning till bifogade ritningar.

5 Fig 1 visar en anordning för framställning av biogas enligt en första utföringsform av uppfinningen.

Fig 2 visar en anordning för framställning av biogas enligt en andra utföringsform av uppfinningen.

10 Fig 3 visar en anordning för framställning av biogas enligt en tredje utföringsform av uppfinningen.

Fig 4 visar en anordning för framställning av biogas enligt en fjärde utföringsform av uppfinningen.

Fig 5 visar schematiskt en anordning som använts vid exemplifierande rötningsförsök.

15 Fig 6 visar produktion av biogas per ton VS och dygn i ett första exemplifierande försök.

Fig 7 visar de halter av flyktiga fettsyror som uppmätts vid det första exemplifierande försöket.

20 Fig 8 visar produktion av biogas per ton VS och dygn i ett andra exemplifierande försök.

Fig 9 visar produktion av biogas per ton VS och dygn i ett tredje exemplifierande försök.

### Detaljerad beskrivning av uppfinningen

25 I föreliggande ansökan avser enheten "vikt% TS" ett materials torrsubstanshalt. Torrsubstansen för ett material mäts enligt svensk standard SS 02 81 13 genom att materialet vägs före mätningen och sedan värms vid 105°C i 20 timmar så att vatten avgår. Materialet vägs 30 sedan åter. Torrsubstanshalten i vikt% TS beräknas sedan genom:

$$\text{vikt\% TS} = \frac{\text{vikt efter värmning till } 105^{\circ}\text{C}}{\text{vikt före värmning}} \cdot 100 \%$$

35

Exempelvis avser 90 vikt% TS ett material där 90% av materialets ursprungsvikt återstår efter det att materialet värmts till 105°C under 20 h.

I föreliggande ansökan avser enheten "vikt% VS" ett materials halt av flyktigt organiskt material, nedan kallat VS-halten. För att bestämma VS-halten bestäms först materialets torrsubstans och därefter dess glödningsrest. Glödningsresten kan bestämmas i enlighet med svensk standard SS 02 81 13 genom att ett material som indunstats vid 105°C i 20 h enligt ovan glödgas i 2 h vid 550°C. VS-halten, där VS står för Volatile Solids, avser i föreliggande ansökan materialets torra vikt, dvs vikten efter indunstning vid 105°C i 20 h, minskat med glödningsresten och därefter delat med materialets torra vikt, dvs vikten efter indunstning vid 105°C i 20 h. Materialets VS-halt i vikt% VS beräknas således som:

$$\text{vikt\% VS} = \frac{\text{vikt efter 105°C} - \text{vikt efter 550°C}}{\text{vikt efter 105°C}} \cdot 100 \%$$

20

Exempelvis avser en VS-halt av 85 vikt% VS att 85% av materialets torra vikt, dvs av materialets vikt efter värming till 105°C i 20 h, utgörs av organiska, flyktiga föreningar medan 15% utgörs av glödningsrest.

Enheten "g VS per dygn" avser i analogi med enheten vikt% VS en mängd flyktigt organiskt material i gram per dygn enligt ovan. Den mängd flyktigt organiskt material som tillförs reaktorn, dvs g VS, bestämmer hur mycket biogas som kan bildas eftersom biogasen bildas ur det flyktiga organiska materialet (och ej ur glödningsresten eller vatteninnehållet).

Med "utrötningsgrad" avses i föreliggande ansökan den andel av ett till en rötningsreaktor infört material som omvandlas till biogas i röt-kammaren. Om exempelvis 10 g VS per dygn tillförs en reaktor i form av rötbart material och det rötslam som avlägsnas från reaktorn

Ink. i Patent- och reg.verket

5

9999-10-14

innehåller motsvarande 2 g VS per dygn är utrötnings-  
graden 80%. De bakterier som bortföres med avlägsnat  
rötslam innehåller en del g VS varför 100% utrötningsgrad  
enligt ovanstående definition inte kan uppnås i  
5 praktiken.

Vid uppfinningen bringas ett malt organiskt materi-  
al, som blandats med en vätska till ett slam med en hög  
torrsubstanshalt, i kontakt med biogasalstrande bakterier  
10 för rötning under anaeroba förhållanden. Den höga torr-  
substanshalten i slammet gör att en viss mängd biogas kan  
framställas i en mindre reaktor än vad som tidigare varit  
möjligt. Således kan biogas framställas till en lägre  
kostnad med hjälp av föreliggande uppfinning.

15 Det har visat sig nödvändigt att det organiska  
materialet i sig har en hög torrsubstanshalt för att ett  
slam med mycket hög torrsubstanshalt skall kunna åstad-  
kommas.

Ett exempel på organiskt material som är lämpligt  
20 att utnyttja vid föreliggande uppfinning är torkad grön-  
massa. Med grönmassa avses i föreliggande uppfinning  
växter, som är av den typ som utnyttjar fotosyntes för  
uppbyggnad av växtmassan. Grönmassan kan med fördel  
utgöras av olika lantbruksprodukter såsom ensilage, halm,  
25 spannmål, spannmålsrens, ryps, raps, solrosor, majs,  
sockerbetor, rovor, kål, potatis, melass, ärtor, bönor,  
linser, lin samt vallväxter, såsom lusern, gräs och  
klöver. Lantbruksprodukter är ofta tillgängliga i stora  
mängder och har ofta stort energinnehåll. Dessutom har  
30 lantbruksprodukterna ofta ett innehåll av spårämnen som  
gör att det alstrade rötslammet är mycket lämpligt att  
utnyttja som gödselmedel på åkermark. En ytterligare  
fördel med de ovan nämnda lantbruksprodukterna är att de  
inte innehåller några harmfula bakterier. Således kan  
35 den uppvärmning till åtminstone 70°C under minst 1 h,  
kallad hygienisering, som är nödvändig vid exempelvis  
hushållsavfall och slakteriavfall, undvikas med minskade

produktionskostnader som följd. Även produkter, såsom gräsklipp, våghalm, naturslätter och löv, som normalt uppstår vid kommunal verksamhet kan utnyttjas vid rötningen. För att kunna utnyttja de ovan nämnda exemplen på grönmassa är det i de flesta fall nödvändigt att först torka dem till en hög torrsubstanshalt, eftersom många av nämnda grönmassor har en ursprunglig torrsubstanshalt av endast 15-35 vikt% TS. Torkningen av grönmassan har flera fördelar. Förutom att ett slam med större torrsubstanshalt kan införas i reaktorn blir det även enklare att transportera och lagra grönmassan. Således kan grönmassan skördas och torkas vid en tidpunkt på året när tillgången på grönmassa är god för att sedan rötas under en utsträckt tidsperiod. Den torkade grönmassan är också betydligt billigare att transportera eftersom en stor mängd vatten har avlägsnats. Grönmassan bör torkas till en torrhalt av åtminstone 50 vikt% TS. En torkning till åtminstone 70 vikt% TS, än mer föredraget åtminstone 80 vikt% TS, har visat sig ge en än effektivare rötning i reaktorn och minskar den mängd vatten som tillförs reaktorn.

Rötningen i rötkammaren får störst effektivitet om det organiska materialet mals innan det införs i rötkammaren. Malningen gör materialet mer tillgängligt för de biogasalstrande bakterierna och påskyndar därmed rötningen. Grönmassa kan malas före ovan nämnda torkning. En sådan malning av ett "blött" material är dock ganska svår att utföra och resulterar ofta, i synnerhet vid grönmassor med låg torrsubstanshalt, i en svårhanterlig slurry. Av detta skäl är det ofta föredraget att först torka grönmassan och sedan mala den till önskad storlek. En lämplig storlek på det malda materialet ur rötnings-synvinkel har visat sig vara ca 0,5-3 mm, dvs huvuddelen, åtminstone ca 80 vikt%, av materialet bör ha en storlek i detta intervall efter malningen. En malning till mindre storlekar, tex under 0,1 mm, ökar problemen med damning och ökar energiförbrukningen vid malningen utan att

Ink. t. Patent- och registerförvaltningen

2002-03-14

7

Hoyvågskan Kassen

- rötningen blir väsentligt snabbare. Vid större storlekar på det malda materialet, såsom storlekar större än 5 mm, blir rötningsförloppet långsammare vilket innebär att en större reaktor krävs. I vissa fall, vid exempelvis
- 5 kompakta grönmassor som potatis, sockerbetor och kål, är det lämpligt att skära grönmassan i flingor, exempelvis flingor med en storlek av 10-30 mm, innan grönmassan torkas för åstadkommande av bästa effektivitet i torkningsprocessen. Ett exempel på en typ av tork som är
- 10 lämplig för torkning av grönmassa är roterugn.
- Det har visat sig särskilt lämpligt att pelletera den torkade grönmassan efter torkningen. Pelleteringens överför den torkade grönmassan i en form som är lätt att hantera och transportera. Sålunda kan grönmassa torkas
- 15 och pelleteras lokalt och transporteras till storskaliga regionala anläggningar för framställning av biogas. En ytterligare fördel är att olika typer av pelleterade grönmassor enkelt kan doseras i önskat inbördes förhållande till reaktorn för åstadkommande av en kemisk
- 20 sammansättning i reaktorn som ger de biogasalstrande bakterierna goda förutsättningar för tillväxt. Vid användning av pelleterade grönmassor är det föredraget att mala pelleten innan den införs i reaktorn. Vid själva pelleteringens åstadkommande en viss kompaktering av den
- 25 torkade grönmassan. Malningen gör det pelleterade materialet mer tillgängligt för de biogasalstrande bakterierna och ökar rötningshastigheten. Då det pelleterade materialet ofta har malts redan före själva pelleteringens kan en kvarn för malning av pellets göras
- 30 relativt enkel. De ovan angivna storleksintervallen för malning av det torkade organiska materialet gäller även för malning av pellets.
- Det har visat sig möjligt att med hjälp av torkade organiska material i allmänhet åstadkomma pumpbara slam
- 35 med en torrsubstanshalt av upp till ca 35 vikt% TS.
- Det har överraskande visat sig möjligt att med hela och rensade korn av spannmål, som malts till ca 1 mm



Ink. i F&amp;E och utveckling

2007-08-14

Huvudfaxen Kanton

8

- storlek, åstadkomma pumpbara slam med en torrsubstanshalt av upp till 45 vikt% TS. Med spannmål avses i föreliggande ansökan korn av sådesslagen vete, råg, korn, havre, majs och rågvete. Spannmål i form av hela och
- 5 rensade korn har redan vid skörden en torrsubstanshalt av ca 80-90 vikt% TS. Således kan korn av spannmål utnyttjas direkt efter skörd och rensning för beredning av ett slam med hög torrsubstanshalt. Någon torkning är således inte nödvändig, vilket minskar kostnaden för att producera
- 10 biogas. Vid industriell lagring av de rensade spannmålskornen krävs en försiktig torkning till en torrsubstanshalt av ca 88-95 vikt% TS. Denna torkning är dock inte särskilt energikrävande och gör att kornen enklare kan transporteras och lagras. Den mycket höga
- 15 torrsubstanshalten hos torkade spannmålskorn i kombination med det faktum att ett pumpbart slam med mycket hög torrsubstanshalt kan beredas av malda spannmålskorn gör att mycket lite vatten behöver tillföras reaktorn. Korn av spannmål innehåller
- 20 huvudsakligen stärkelse, som snabbt kan brytas ned av de biogasalstrande bakterierna, vilket ökar utrotningsgraden. Spannmålen gör det möjligt att vid bibehållen uppehållstid öka den tillförda mängden organiskt material. En anordning för rötning av spannmålskorn kan
- 25 därför göras mycket liten och effektiv. En silo utnyttjas lämpligen för lagring av spannmålskornen. En kvarn eller kross, vilken kan vara av relativt enkel typ eftersom malningsgraden inte är särskilt hög och materialet som mals inte är särskilt slitande, utnyttjas för att mala
- 30 kornen. De malda kornen blandas i en förblandningstank, som kan likna en industriell degframställningstank, till ett slam med hög torrsubstanshalt och pumpas sedan av en pump till en reaktor som innehåller biogasalstrande bakterier.
- 35 Det har visat sig att även spannmålsrens gör det möjligt att bereda slam med mycket hög torrsubstanshalt. Spannmålsrens består huvudsakligen av skal och kasserade

Ink i Patent- och Rättshuset

2007-04-14

9

Huvudföreläsningen

korn från skörd och tröskning av spannmål.

Spannmålsrenset har en torrsubstanshalt av 80-90 vikt% TS. Speciellt lämpligt har det visat sig att torka, mala och pelletera spannmålsrens. Dessa spannmålsrenspellet, 5 som har en torrsubstanshalt av ca 85-95 vikt% TS, gör det möjligt att framställa slam med en torrsubstanshalt av upp till 40 vikt% TS.

Det är även möjligt att framställa ett slam med hög torrsubstanshalt av olika blandningar av spannmål och 10 torkat spannmålsrens.

För åstadkommande av ovan nämnda höga torrsubstanshalter i slammet är det lämpligt att åtminstone hälften av slammets totala torrsubstanshalt härrör från korn av spannmål och/eller torkat spannmålsrens. Än mer föredraget bör åtminstone 70 % av slammets totala 15 torrsubstanshalt och mest föredraget åtminstone 85 % av slammets totala torrsubstanshalt härröra från korn av spannmål och/eller torkat spannmålsrens.

Det har visat sig att det beredda slammet lämpligen 20 bör ha en torrsubstanshalt av 15-45 vikt% TS, än mer föredraget 20-40 vikt% TS och mest föredraget 30-40 vikt% TS. Såsom nämnts ovan är det lämpligt att utnyttja pelleterat spannmålsrens och än hellre rensade korn av spannmål då de högsta torrsubstanshalterna skall åstadkommas. Vid jämförelse med rötning av exempelvis kogödsel 25 enligt känd teknik, där torrsubstanshalten i infört slam är endast ca 6-8 vikt% TS, kan vid uppfinningen med samma uppehållstid i reaktorn utvinnas samma mängd biogas ur en reaktor som har endast ca en fjärdedel av den volym som 30 krävs vid rötningen enligt den kända tekniken.

Slammet kan beredas på ett flertal olika sätt. Ett föredraget sätt att alstra ett slam är att blanda det organiska materialet, såsom korn av spannmål, med vatten, exempelvis vattenledningsvatten, sjövattnet, kondensat, 35 renat avloppsvatten eller någon annan vatteninnehållande vätska som ur biogasproduktionshänseende är lämplig för att tillföras reaktorn. Således kan även vatten-

innehållande vätskor som har lågt värde, eller är att betrakta som avfall, utnyttjas för framställning av slammet. Enligt detta sätt blandas malt material med vatten i en förblandningstank, som är försedd med en kraftig omrörare med lågt varvtal. Förblandningstanken minskar risken för att luft oavsiktligt införs i reaktorn och gör det enklare att hålla kontroll på den mängd material som införs i reaktorn. Förblandningstanken ger även en vätning av det organiska materialet, vilket medför att rötningen börjar snabbare i reaktorn. Ett styrsystem utnyttjas för att åstadkomma önskad torrsubstanshalt på slammet i förblandningstanken. Lämpligen utnyttjas ett satsvis förfarande för blandningen av slammet. Uppehållstiden i förblandningstanken är lämpligen relativt kort, ca 5-50 minuter. I vissa fall kan dock även kontinuerliga förfaranden utnyttjas.

Den höga torrsubstanshalten i slammet har flera fördelar. Dels behöver endast lite vatten tillsättas. Vattenförbrukningen blir således låg och uppehållstiden i reaktorn blir lång, vilket ger en god utrötningsgrad. En liten mängd tillfört vatten medför även en låg kostnad för värmning av tillfört vatten till önskad rötningstemperatur. En ytterligare fördel med låg vattentillsats är att det alstrade rötslammet kommer att ha en hög torrsubstanshalt vilket underlättar hantering, minskar kostnader för transport och ökar rötslammets värde som gödselmedel. Den höga torrsubstanshalten minskar också det pumparbete som åtgår för att pumpa in slammet i reaktorn och gör att förblandningstank, pumpar och ledningar kan dimensioneras för mindre flöden. En fördel med att utnyttja väsentligen rent vatten vid tillblandning av slammet är att blandningen av slammet kan utföras i en öppen förblandningstank. Detta gör tanken billig att tillverka och enkel att övervaka.

Ett annat sätt att framställa ett slam är att ta ut rötslam från reaktorn och blanda detta med det malda

organiska materialet i en förblandningstank till ett slam som sedan införs i reaktorn. En fördel med att utnyttja rötslam är att inget vatten utöver den lilla mängd restfukt som finns i det organiska materialet behöver tillsättas. Uppehållstiden i reaktorn blir därför lång. Eftersom rötslammet innehåller bakterier kommer en viss alstring av biogas att ske redan i förblandningstanken, som lämpligen har en uppehållstid av 5-50 min. Förblandningstanken bör vara en väsentligen gastät behållare som kontinuerligt avluftas för att undvika att explosiva gasblandningar alstras då bildad biogas och luft, som följer med det malda materialet, blandas. Det är önskvärt att minimera den mängd energi som förbrukas för att pumpa rötslam till förblandningstanken och för att pumpa det av organiskt material och rötslam beredda slammet till reaktorn. Av torrsubstanshalten i det sålunda beredda slammet härrör ca 3-6 vikt% TS från rötslammet varför den mängd slam som, vid given torrsubstanshalt i det bildade slammet och given mängd organiskt material, måste pumpas till reaktorn blir något större jämfört med ovan beskrivna blandning med rent vatten.

Det har visat sig att ett slam med hög torrsubstanshalt, som beretts av malda lantbruksprodukter, som har hög torrsustanshalt, är mycket lämpligt för ökning av biogasproduktionen i befintliga rötningsanläggningar. I synnerhet spannmålsrens och hela, rensade korn av spannmål är mycket lämpade för detta ändamål. Det finns ett stort antal befintliga rötningsanläggningar som rötar exempelvis kogödsel, slakteriavfall, källsorterat hushållsavfall (komposterbara delen), livsmedelsavfall och slam från avloppsreningsanläggningar. Syftet med dessa befintliga anläggningar är vanligen att undanskaffa ett svårhanterligt avfall. Dessa anläggningar rötar ofta ett material med låg torrhalt och lågt energiinnehåll per ton avfall. Följden blir att produktionen av biogas blir

Kt 1.2016 och reg. nr 14

2017-02-14

12 Röstningsanläggningen

- liten. Det bildade rötslammet har en låg torrsubstanshalt och är därför svårhanterligt. Enligt en aspekt av uppfinningen beredes ett slam med hög torrsubstanshalt av ett organiskt material, företrädesvis ett material som i sig har hög torrsubstanshalt, och tillföres en reaktor där ett organiskt material av annan typ, exempelvis kogödsel, rötas. Slammet med hög torrsubstanshalt tillför mycket lite vätska till den befintliga anläggningen. Detta har den fördelen att uppehållstiden i den befintliga reaktorn inte minskar nämnvärt. Således kommer utrötningsgraden, dvs den andel av det införda materialet som omvandlas under rötningsprocessen, inte att minska. Det tillförda slammet, som har en hög torrsubstanshalt, har ett högt energiinnehåll per kg och kommer att öka biogasproduktionen väsentligt i anläggningen. Torrhalten i det bortförda rötslammet ökar tack vare att mer material införs i reaktorn. Detta gör rötslammet enklare att hantera. Det införda organiska materialet kommer även att öka näringsvärdet i rötslammet så att detta får ett större värde som gödselmedel. Den extra näring som tack vare det organiska materialet tillförs de biogasalstrande bakterierna kan göra bakterierna aktivare genom samrötning, dvs att de rötade materialens näringsämnen kompletterar varandra, vilket kan leda till en ökad utrötningsgrad. Den extra utrustning som krävs för att på ovan nämnda sätt effektivisera en befintlig rötningsprocess är enkel, i synnerhet om ett material som i sig har hög torrsubstanshalt, exempelvis rensade korn av spannmål, utnyttjas. Sålunda kan med hjälp av uppfinningen biogasproduktionen ökas och rötslammets hanterbarhet förenklas och dess värde ökas i en befintlig rötningsanläggning. Det inses att ett slam med hög torrsubstanshalt även kan utnyttjas vid anläggningar som från början byggs för att röta ett sådant slam tillsammans med ett annat organiskt material, som exempelvis kan vara vattenreningsslam, kogödsel eller något annat avfall, som önskas bortskaffas.

Ink i Patent- och registreringsverket

2002-03-14

13

Huvudfaxen Karsen

Vid den typ av anläggningar där det torkade organiska avfallet utnyttjas för att öka effektiviteten i en befintlig anläggning blandas det malda organiska materialet med en vätska till ett slam som har hög torrsubstanshalt och som sedan införes i reaktorn. Det är föredraget att åtminstone 10 vikt% av den totalt tillförda torrsubstansen i slammet härrör från rensade korn av spannmål, torkat och lämpligen pelleterat spannmålsrens eller blandningar av torkat spannmålsrens och spannmål, dvs vid 1 ton TS som införs till reaktorn bör åtminstone 100 kg vara TS som härrör från spannmål eller pelleterat spannmålsrens. Än mer föredraget bör åtminstone 30 vikt% av den totalt tillförda torrsubstansen härröra från spannmål eller pelleterat spannmålsrens. Det är önskvärt att undvika att stora mängder slam pumpas runt i anläggningen. Ett cirkulerande av stora mängder slam leder till ökad energiförbrukning och kan också orsaka störningar i rötningsprocessen. Således är det lämpligt att åstadkomma ett slam som har relativt hög torrsubstanshalt. Slammet kan alstras på ett flertal olika sätt. Ett föredraget sätt är att ta ut rötslam från reaktorn och blanda detta med det malda organiska materialet i en förblandningstank. Det i förblandningstanken bildade slammet införs sedan i reaktorn. Detta har den fördelen att inget extra vatten utöver den mindre mängd restfukt som finns i spannmålen eller spannmålsrenset tillförs reaktorn. Ett annat föredraget sätt är att blanda spannmålen eller det torkade spannmålsrenset med det organiska materialet av annan typ, dvs kogödseln, vattenreningsslammet etc, som också rötas i reaktorn. Detta sätt är ofta mycket kostnadseffektivt i det att en befintlig tank kan utnyttjas som förblandningstank. Inte heller vid detta sätt tillsätts något extra vatten utöver den mindre mängd restfukt som finns i spannmålen eller spannmålsrenset till reaktorn. Ett ytterligare sätt är att i en separat förblandningstank blanda spannmålen eller spannmålsrenset

Rötning och spannmål

2002-09-14

14

med rent vatten. Detta ökar den mängd vatten som tillförs  
den reaktor där spannmålen eller spannmålsrenset rötas  
sammans med ett organiskt material av annan typ, såsom  
kogödsel, vattenreningsslam. Spannmål och torkat och  
5 pelleterat spannmål har dock den fördelen att ett slam  
med mycket hög torrsubstanshalt kan beredas. Den lilla  
mängd vatten som då krävs kan ofta accepteras. I de fall  
rent vatten av något skäl ändå måste tillföras reaktorn  
kan detta vatten lämpligen utnyttjas för beredning av  
10 slammet med hög torrsubstanshalt.

Rötningen genomförs lämpligen som en kontinuerlig  
eller semi-kontinuerlig process, med hjälp av en  
tankreaktor, vilken nedan skall beskrivas mer i detalj,  
15 eller med hjälp av en tubreaktor, även kallad plugg-  
flödesreaktor. I en första ände av tubreaktorn införs  
till exempel spannmål och en bakteriekultur, som exempel-  
vis kan föreligga i form av återfört rötslam, varvid  
rötslam och biogas tas ut i en andra ände av tubreaktorn,  
20 vilken andra ände är belägen nedströms tubreaktorns  
första ände. Förfarandet kan även genomföras i en  
satsreaktor.

För att den anaeroba rötningen skall fungera är det  
nödvändigt att ingen luft kommer i kontakt med slammet  
25 under rötning. En reaktor för användning vid sättet  
enligt uppfinningen måste således vara lufttät. Reaktorn  
förses med inlopp för slam med hög torrsubstanshalt och  
utlopp för rötslam och biogas vilka in- och utlopp är så  
utformade att ingen luft kan komma in i reaktorn.

30 Spannmål och torkat spannmålsrens rötas lämpligen  
under en genomsnittlig uppehållstid av ca 5-100 dygn,  
företrädesvis ca 40-60 dygn. Vid längre uppehållstid  
förbättras utrötningsgraden, men samtidigt minskar den  
mängd av slammet med hög torrsubstanshalt som kan  
35 behandlas.

Rötningen sker vid en temperatur av 30-65°C. En  
högre temperatur innebär vanligen en snabbare rötning.

Samtidigt ökar uppvärmningskostnaderna och den tid som man har till sitt förfogande för att hinna rätta till eventuella problem i processen minskar. Vissa bakteriekulturer har även ett produktionsmaxima som ligger lägre än ovan nämnda övre temperaturintervall. Det har därför visat sig att en temperatur i intervallet 36-40°C är speciellt föredragen vid föreliggande uppfinning. Det är lämpligt att göra en avvägning mellan uppehållstid, temperatur och rötningsgrad och använda den mest ekonomiska kombinationen av dessa faktorer.

Vid rötning i en tankreaktor är torrsubstanshalten för det i reaktorn befintliga rötslammet lämpligen ca 4-30 vikt% TS, företrädesvis ca 5-10 vikt% TS. Vid en omrörd och kontinuerligt arbetande tankreaktor kommer det från reaktorn avlägsnade rötslammet att ha väsentligen samma torrsubstanshalt som det i reaktorn befintliga rötslammet.

Vid igångsättning av förfarandet införes vanligen en aktiv bakteriekultur i reaktorn. Denna bakteriekultur kan till exempel utgöras av rötslam från en parallell rötningsanläggning, rötslam från ett kommunalt avloppsreningsverk eller kogödsel. Då bakteriekulturen tillväxer kan en allt större mängd av slammet med hög torrsubstanshalt tillföras reaktorn. En alltför snabb ökning av mängden tillfört slam undviks genom att man med korta intervall mäter halten av flyktiga fettsyror i rötslammet och tillser att halten flyktiga fettsyror hålls på en önskvärt låg nivå genom reglering av tillförseln av torkat material.

Sättet enligt uppfinningen kan utföras i flera seriekopplade reaktorer. Speciellt fördelaktigt är dock att genomföra den anaeroba rötningen i ett enda steg, eftersom detta sparar apparat- och underhållskostnader.

### 35 Beskrivning av föredragna utföringsformer

Fig 1 visar en första utföringsform av en anordning 1 för framställning av biogas. Anordningen 1 har en



behållare i form av en väsentligen gastät reaktor 2.  
Reaktorn 2 har ett inlopp 4 för organiskt material, ett  
utlopp 6 för bildad biogas och ett utlopp 8 för bildat  
rötslam. En omrörare 10 håller det i reaktorn befintliga  
5 materialet omrört.

Spannmål, som torkats till en torrsubstanshalt av 92  
vikt% TS, förs från en ej visad förvaringssilo via en  
matningsledning 12 till en kvarn 14. I kvarnen 14 mals  
spannmålen till en genomsnittlig storlek av cirka 1 mm.  
10 Den malda spannmålen matas via en matningsledning 16, som  
exempelvis kan utgöras av en skruvtransportör, till en  
förblandningstank 18. Förblandningstanken 18, som är en  
öppen tank, har en långsamgående omrörare 20. Omröraren  
20 är av typen roterande skrapa och kan lämpligen likna  
15 de omrörare som utnyttjas i bageriindustrin för beredning  
av bakdeg. En vattentillförselledning 22 är anordnad att  
mata väsentligen rent processvatten till förblandnings-  
tanken 18. Ett styrsystem 24 är anordnat att satsvis mata  
vatten via ledningen 22 och mald spannmål via ledningen  
20 16 till förblandningstanken 18 i ett sådant förhållande  
att en torrsubstanshalt av 35 vikt% TS erhålles i för-  
blandningstanken 18. Lämpligen utnyttjas en (ej visad)  
vågcell, som anordnas under förblandningstanken 18, för  
att styra tillsättningen av vatten och spannmål till  
25 förblandningstanken 18. Då ett slam av spannmål och  
vatten har blandats till jämn konsistens i förblandnings-  
tanken 18 pumpas slammet via en ledning 26 av en pump 28  
till reaktorns 2 inlopp 4 och in i reaktorn 2. För att  
åstadkomma en jämn vätskevolym i reaktorn 2 pumpas en  
30 motsvarande mängd rötslam ut via utloppet 8.

Fig 2 visar en annan utföringsform av uppfinningen i  
form av en anordning 100. Anordningen 100 har en  
väsentligen gastät behållare i form av en reaktor 102 som  
har inlopp 104 för organiskt material, utlopp 106 för  
35 bildad biogas, utlopp 108 för bildat rötslam och omrörare  
110 av väsentligen samma utförande som de i fig 1 visade.

Torkat och pelleterat spannmålsrens leds från en ej visad förvaringssilo via en matningsledning 112 till en kvarn 114. I kvarnen 114 mals pelletten till en genom-

5 snittlig storlek av cirka 1 mm. Den malda pelletten matas via en matningsledning 116 till en förblandningstank 118. Förblandningstanken 118, som är en väsentligen gastät behållare, har en långsamgående omrörare 120. En vätske-

10 tillförselledning 122 är anordnad att med hjälp av en ledning 123 och en pump 125 mata röt slam från reaktorn 102 till förblandningstanken 118. Ett styrsystem 124 är anordnat att satsvis mata röt slam via ledningen 122 och

15 mald pellet via ledningen 116 till förblandningstanken 118 i ett sådant förhållande att en torrsustanshalt av 35 vikt% TS erhålles i förblandningstanken 118. Då ett slam berett av pellet och röt slam har blandats till jämn konsistens i förblandningstanken 118 pumpas slammet via

20 en ledning 126 av en pump 128 till reaktorns 102 inlopp 104 och in i reaktorn 102. För att åstadkomma en jämn vätskevolym i reaktorn 102 pumpas en motsvarande mängd röt slam ut via utloppet 108. I förblandningstanken 118 kommer en viss mängd biogas att utvecklas under

25 blandningsförfarandet. En gasledning 130 bortför denna gas, som består av en blandning av bildad biogas och den luft som oavsiktligt tillförts via matningsledningen 116, till ett biofilter (ej visat) som bryter ned metan och

30 luktande gaser. I den mån det är nödvändigt för att kunna hålla TS-halten i reaktorn 102 på önskad nivå kan rent processvatten tillföras för att späda ut slammet i reaktorn. Detta processvatten kan antingen tillföras

35 förblandningstanken 118 via en ledning 132 eller direkt till reaktorn 102 via en ledning 134.

Fig 3 visar schematiskt en tredje utföringsform av uppfinningen i form av en anordning 200. Pumpar och omrörare visas inte i fig 3, men det inses att sådana

35 utnyttjas på väsentligen motsvarande sätt som visats i fig 1 och 2. Anordningen 200 rötter en blandning av kogödsel, som tillförs en blandningstank 240 via en

- ledning 242 och slakteriavfall som tillförs blandningstanken 240 via en ledning 244. Blandningstanken 240 är en sluten tank som via en gasledning 243 avluftas till ett (ej visat) biofilter, som bryter ned metan och luktande gaser. Den blandning som åstadkommit i blandningstanken 240 leds via en ledning 246 till en hygieniseringstank 248 där blandningen upphettas till minst 70°C i åtminstone 1 h i syfte att döda harmfula bakterier. Den hygieniserade blandningen, som har en torrsubstanshalt av ca 4-12 vikt% TS leds via en ledning 250 från hygieniseringstanken 248 till en reaktor 202, som är av liknande slag som den reaktor 102 som beskrivits ovan och således bland annat har ett utlopp 206 för bildad biogas och ett utlopp 208 för bildat rötslam.
- I syfte att förbättra biogasproduktionen i anordningen 200 matas torkad spannmål via en matningsledning 212 till en kvarn 214 där spannmålen mals till en genomsnittlig storlek av cirka 1 mm. Via en matningsledning 216 matas den malda spannmålen till en förblandningstank 218, som är av väsentligen samma typ som beskrivits ovan avseende förblandningstanken 118. En vätsketillförselledning 222 är anordnad att mata rötslam från reaktorn 202 till förblandningstanken 218. Ett styrsystem 224 är anordnat att satsvis mata rötslam via ledningen 222 och mald spannmål via ledningen 216 till förblandningstanken 218 i ett sådant förhållande att en torrsubstanshalt av 35 vikt% TS erhålles i förblandningstanken 218. Då ett slam berett av spannmål och rötslam har blandats till jämn konsistens i förblandningstanken 218 pumpas slammet från förblandningstanken 218 till reaktorn 202 via ett inlopp 204. En gasledning 230 bortför gas, som alstras vid blandningen i förblandningstanken 218, till ett biofilter (ej visat) som bryter ned metan och luktande gaser.
- Fig 4 visar schematiskt en fjärde utföringsform av uppfinningen i form av en anordning 300. Pumpar och omrörare visas inte i fig 4, men det inses att sådana

utnyttjas på väsentligen motsvarande sätt som visats i fig 1 och 2. Anordningen 300 rötar kogödsel och köttavfall. Kogödseln och köttavfallet matas via ledning 322 respektive ledning 323 till en väsentligen gastät tank 318 och blandas.

I syfte att förbättra biogasproduktionen i anordningen 300 matas torkat och pelleterat spannmålsrens via en matningsledning 312 till en kvarn 314 där pelleten mals till en genomsnittlig storlek av cirka 1 mm. Via en matningsledning 316 matas den malda pelleten till tanken 318, som i anordningen 300 således utnyttjas som förblandningstank och är av väsentligen samma typ som beskrivits ovan avseende förblandningstanken 118. I förblandningstanken 318 kommer en viss mängd biogas att utvecklas under blandningsförloppet. En gasledning 330 bortför gas, som består av en blandning av bildad biogas, luft, som oavsiktligt tillförts via matningsledningen 316, samt gaser alstrade av kogödseln och köttavfallet, från tanken 318 till ett biofilter (ej visat) som bryter ned metan och luktande gaser. Ett styrsystem 324 är anordnat att satsvis mata kogödsel och köttavfall via ledningarna 322, 323 och malda pellets via ledningen 316 till förblandningstanken 318 i ett sådant förhållande att en torre substanshalt av 35 vikt% TS erhålles i förblandningstanken 318. Då malda pellet, gödsel och köttavfall har blandats till ett slam med jämn konsistens i förblandningstanken 318 pumpas detta slam från förblandningstanken 318 via en ledning 326 till en hygieniseringstank 348 där slammet upphettas till minst 70°C i åtminstone 1 h i syfte att döda de skadliga bakterier som eventuellt kan förekomma i slakteriavfallet. Det hygieniserade slammet pumpas från hygieniseringstanken 348 via ett inlopp 304 in i en reaktor 302, som är av liknande slag som den reaktor 2 som beskrivits ovan och således bland annat har ett utlopp 306 för bildad biogas och ett utlopp 308 för bildat rötslam.

PÅTÄNKNING

SÖKANDE

20

Företagsnamn

Det inses att en mängd variationer av de ovan  
beskrivna utföringsformerna är möjliga inom uppfinningens  
ram, såsom den definieras av de efterföljande patent-  
5 kraven.

Exempel 1.

Vid ett försök med rötning av spannmål utnyttjades  
en försöksanordning 400, som visas i fig 5, vilken  
10 anordning 400 hade en gastät glasreaktor 402 med en volym  
av 5 liter. Vätskevolymen i reaktorn 402 hölls konstant  
på 3 liter. En propelleromrörare 410 (med ett varvtal av  
300 rpm) utnyttjades för att åstadkomma fullständig  
omrörning i reaktorn 402. En ledning 406 ledde bildad gas  
15 från reaktorn 402 till en gasmätare 412, som mätte  
volymen bildad gas. En tät glasgenomföring 404 ut-  
nyttjades för satsvis tillförsel av spannmål och inter-  
mittent bortförande av bildat rötslam. Ett ej visat  
tempererat rum utnyttjades för att hålla temperaturen i  
20 glasreaktorn 402 konstant vid 37°C.

Vid starten av försöket infördes 3 liter rötslam  
från en fullskalig röttningsanläggning i reaktorn 402. Det  
slam som rötades i den fullskaliga anläggningen hade det  
ursprung som framgår av tabell 1.

25

Tillförd produkt	Volymsandel
	%vol
Gödsel	5,4
Slakteriavfall	72,7
Övrigt*	21,9
Summa:	100

\*i "Övrigt" ingår framförallt avfall från

livsmedelsproduktion och avfall från storkök

Tabell 1. Ursprung för material i fullstor anläggning.

30 Vid starten av försöket fanns således i reaktorn 402 ett  
aktivt rötslam innehållande en aktiv kultur av biogas-  
alstrande bakterier.

Mikro- och bioprocesser

Sida 14

21

Reaktor och Kylvatten

Varje dygn satsades 10 g spannmål i reaktorn 402. Spannmålen bestod av 50% råg och 50% vete och förelåg i form av hela och rensade korn. Spannmålen maldes i en laboratoriekvarn av typen Retsch Mühl typ SR2 från Retsch GmbH, DE, till en storlek av ca 1 mm. Torrsubstanshalten på den malda spannmålen var 91,6 vikt% TS och VS-halten var 96,7 vikt% VS. Således satsades varje dygn 8,68 g VS vilket motsvarade ca 3 g VS per liter reaktorväska och dygn. Den malda spannmålen blandades med 18 ml vatten till en substratblandning med en torrsubstanshalt av 35 vikt% TS och en volym av 25 ml. Av praktiska skäl var det nödvändigt att späda ut substratblandningen med röttslam för att med hjälp av en spruta kunna införa den i reaktorn 402 via den täta glasgenomföringen 404. Av detta skäl uttogs 100 ml röttslam per dygn. 75 ml av detta röttslam blandades med substratblandningen och infördes samman med substratblandningen i reaktorn 402. De återstående 25 ml av röttslammet kastades för att hålla volymen i reaktorn 402 konstant. Uppehållstiden i reaktorn blev med ovan beskrivna satsning 120 dygn.

I fig 6 visas produktionen av biogas i enheten  $\text{Nm}^3$  gas per tillsatt ton VS och dygn som funktion av antalet dygn efter start. Såsom framgår av fig 6 är produktionen till en början något ojämn. Från och med dygn 50 har systemet kommit i jämvikt. Såsom framgår av fig 6 är den genomsnittliga produktionen av biogas från dag 50 till dag 70 ca  $700 \text{ Nm}^3$  biogas per ton VS och dygn, varvid " $\text{Nm}^3$ " avser  $\text{m}^3$  gas vid  $0^\circ\text{C}$  och  $1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ , och "ton VS per dygn" avser den mängd VS som satsas per dag. Räknet på den satsade spannmålen var den genomsnittliga produktionen  $616 \text{ Nm}^3$  biogas per ton spannmål och dygn. Räknet på torrsubstanshalten för satsad spannmål blev den genomsnittliga produktionen  $673 \text{ Nm}^3$  biogas per ton TS och dygn. Den producerade biogasen samlades upp med jämna mellanrum och analyserades med avseende på metanhalt. Vid stabil produktion var metanhalten 49-51 %. I fig 6 visas även pH i reaktorväska under försöket. Med undantag för

Int. Patentansökan

2000-03-14

22

Huvudöversikten

vissa störningar låg pH relativt stabilt i intervallet pH 7.3-7.5. Det uttagna rötslammet hade en torrsubstanshalt av 6,6 vikt% TS och en VS-halt av 89,4 vikt% VS, vilket motsvarade en utrötningsgrad av 83%.

- 5           Fig 7 visar halten av flyktiga fettsyror i röt-  
slammet som funktion av antalet dagar från start. Såsom  
framgår varierar halterna av de olika fettsyrorna mycket  
under försökets första 50 dygn. Under dygn 50-70  
stabiliseras halterna. En förklaring till detta är att  
10       det tar tid för bakteriekulturen, som härrör från rötning  
av huvudsakligen animaliskt avfall, att anpassa sig till  
spannmålen. Det förekom även vissa försöksrelaterade  
problem under försökets inledning. Kring dygn 70 är  
halterna av samtliga fettsyror låga, vilket tyder på att  
15       rötningsprocessen är effektiv och fungerar stabilt.

#### Exempel 2

- En anordning 400 av den typ som beskrivits ovan  
utnyttjades för försöket. Vid försökets start satsades 3  
20       liter rötslam från den ovan nämnda fullskaliga an-  
läggningen. Rötslammets ursprung framgår således av  
tabell 1 ovan.

- Det substrat som tillfördes reaktorn 402 utgjordes  
av spannmål och vall. Spannmålen bestod av 50% råg och  
25       50% vete och förelåg i form av hela och rensade korn.  
Spannmålen maldes i ovan nämnda laboratoriekvarn till en  
storlek av ca 1 mm. Torrsubstanshalten på den malda  
spannmålen var 91,6 vikt% TS och VS-halten var 96,7 vikt%  
VS. Vallen bestod av en blandning av klöver och gräs och  
30       hade en torrsubstanshalt av 30,8 vikt% TS och en VS-halt  
av 92,2 vikt% VS.

- Fyra dagar per vecka tillsattes endast mald spannmål  
till reaktorn 402. Tillsatsen av spannmål var då 11,1  
gram, vilket motsvarade 10 g VS. Tillsatsen av spannmål  
35       gjordes medelst blandning av spannmål och vatten till en  
torrsubstanshalt av 35 vikt% TS på liknande sätt som  
beskrivs i exempel 1.

Tekn. i Patent och registrerat

2012-08-14

23

Hans-Eriksson Kastron

Övriga tre dagar per vecka tillsattes både spannmål och vall enligt följande: 300 ml rötslam togs ut ur reaktorn 402 och blandades under ca 1 minut med 25 g vall, vilket motsvarade 7 g VS, i en matmixer. 3,3 g mald spannmål, vilket motsvarande ca 3 g VS, blandades med 6 ml vatten till en blandning med 35 vikt% TS. Denna spannmålsblandning sattes till vallblandningen i matmixern varefter den samlade blandningen infördes i reaktorn 402 via glasgenomföringen 404. En viss mängd rötslam, ca 20 ml, togs ut och kastades varje dygn för att hålla volymen i reaktorn konstant. Räknet som ett genomsnitt under hela försöket tillsattes således 10 g VS per dygn, vilket motsvarade 3,3 g VS per liter reaktorväska och dygn, varav 7 g VS per dygn var spannmål och 3 g VS per dygn var vall. Uppehållstiden i reaktorn 402 var ca 150 dygn.

I fig 8 visas produktionen av biogas per dygn i enheten  $\text{Nm}^3$  biogas per tillsatt ton VS och dygn som funktion av antalet dygn efter start. Såsom framgår av fig 8 har systemet ännu efter 40 dygn inte stabiliserats. Det kan dock utläsas av fig 8 att den genomsnittliga produktionen av biogas från dag 32 till dag 39 var ca 561  $\text{Nm}^3$  biogas per ton VS och dygn. Räknet på satsad spannmål och vall var den genomsnittliga produktionen 505  $\text{Nm}^3$  biogas per ton spannmål+vall och dygn. Räknet på torrsubstanshalten för satsad spannmål och vall blev den genomsnittliga produktionen 541  $\text{Nm}^3$  biogas per ton TS och dygn. Den producerade biogasen samlades upp med jämna mellanrum och analyserades med avseende på metanhalt. Vid försökets slut var metanhalten 50-51 %. I fig 8 visas även pH i reaktorväska under försöket. Med undantag för vissa störningar låg pH relativt stabilt i intervallet pH 7.5-7.8. Det uttagna rötslammet hade en torrsubstanshalt av 6,3 vikt% TS och en VS-halt av 83,9 vikt% VS. Halterna av flyktiga fettsyror var ungefär de samma som vid exempel 1, även om stabilitet ännu inte hade nåtts efter 40 dygn.



Eklund, Bengt

S 1980: 14

24

Hans Åke Kärn

- Av resultaten i exempel 2 framgår att även en så pass måttlig inblandning som 30% (räknat på satsad mängd VS per dygn) av ej torkad vall kraftigt försämrar gasproduktionen i reaktorn jämfört med om enbart spannmål rötas, som vid exempel 1. En orsak till detta kan vara att uttaget av så mycket som 300 ml röt slam för blandning med vall i matmixern har stört processen i reaktorn.

### Exempel 3

- 10 En anordning 400 av den typ som beskrivits ovan utnyttjades för försöket. Vid försökets start satsades 3 liter röt slam från den ovan nämnda fullskaliga anläggningen. Röt slammet ursprung framgår således av tabell 1 ovan.
- 15 Varje dygn satsades 10 g pelleterat spannmålsrens i reaktorn 402. Spannmålsrenset bestod huvudsakligen av skal, strån och kasserade korn. Spannmålsrenset hade först torkats i ugn och sedan pelleterats i en pelleteringsmaskin. Pelleten maldes i ovan nämnda
- 20 laboratoriekvarn till en storlek av ca 1 mm. Torrsubstanshalten på den malda pelleten var 88,6 vikt% TS och VS-halten var 96,5 vikt% VS. Således satsades varje dygn 8,55 g VS vilket motsvarade knappt 3 g VS per liter reaktorväska och dygn. Den malda pelleten
- 25 blandades med 18 ml vatten till en substratblandning med en torrsubstanshalt av 35 vikt% TS och en volym av 25 ml. Av praktiska skäl var det nödvändigt att späda ut substratblandningen för att med spruta kunna införa den i den täta glasgenomföringen 404. Av detta skäl uttogs 100
- 30 ml röt slam per dygn. 75 ml av detta röt slam blandades med substratblandningen och infördes samman med substratblandningen i reaktorn 402. De återstående 25 ml av röt slammet kastades för att hålla volymen i reaktorn 402 konstant. Uppehållstiden i reaktorn blev med ovan
- 35 beskrivna satsning 120 dygn.

I fig 9 visas produktionen av biogas per dygn i enheten Nm<sup>3</sup> biogas per tillsatt ton VS som funktion av

Ekt. Företagshandling

Sida 14

25

Hälsning från K. W. W.

- antalet dygn efter start. Såsom framgår av fig 9 är produktionen till en början något ojäm. Från och med dygn 50 blev produktionen stabil. Såsom framgår av fig 9 är den genomsnittliga produktionen av biogas från dag 50 till dag 70 ca 722 Nm<sup>3</sup> biogas per ton VS och dygn. Räknet på den satsade pelleten var den genomsnittliga produktionen 616 Nm<sup>3</sup> biogas per ton pellet och dygn. Räknet på torrsubstanshalten för satsad pellet blev den genomsnittliga produktionen 697 Nm<sup>3</sup> biogas per ton TS och dygn. Den framställda biogasen samlades upp med jämna mellanrum och analyserades med avseende på metanhalt. Vid stabil gasproduktion var metanhalten 51-53 %. I fig 9 visas även pH i reaktorvatskan under försöket. Med undantag för vissa störningar låg pH relativt stabilt i intervallet pH 7.5-7.7. Det uttagna rötslammet hade en torrsubstanshalt av 6,8 vikt% TS och en VS-halt av 85,9 vikt% VS. Halterna av fettsyror var generellt lägre än vid exempel 1, vilket understryker att driften vid försöket var mycket stabil.
- Av fig 9 framgår således att produktionen av biogas var väsentligen lika stor som vid exempel 1. I tabell 2 nedan har produktionen av biogas vid de tre försöken sammanställts. Så som framgår åstadkoms vid försöket i exempel 2, där vall tillsattes, en betydligt lägre gasproduktion än vid försöken i exempel 1 och 3.

Exempel	Substrat	Biogasproduktion
		Nm <sup>3</sup> biogas/(ton VS, dygn)
1	Spannmål	700
2	Spannmål+vall	561
3	Pelleterat spannmålsrens	722

Tabell 2. Sammanställning av försöksresultat

- Det visade sig under försöken att de av mald spannmål respektive pelleterat spannmålsrens framställda substratblandningarna med en torrsubstanshalt av 35 vikt% TS var klart pumpbara även om de inte kunde injiceras i

**+46 470 20867**

1947-1948-1949-1950-1951-1952-1953-1954-1955-1956-1957-1958-1959-1960-1961-1962-1963-1964-1965-1966-1967-1968-1969-1970-1971-1972-1973-1974-1975-1976-1977-1978-1979-1980-1981-1982-1983-1984-1985-1986-1987-1988-1989-1990-1991-1992-1993-1994-1995-1996-1997-1998-1999-2000-2001-2002-2003-2004-2005-2006-2007-2008-2009-2010-2011-2012-2013-2014-2015-2016-2017-2018-2019-2020-2021-2022-2023-2024-2025-2026-2027-2028-2029-2030-2031-2032-2033-2034-2035-2036-2037-2038-2039-2040-2041-2042-2043-2044-2045-2046-2047-2048-2049-2050-2051-2052-2053-2054-2055-2056-2057-2058-2059-2060-2061-2062-2063-2064-2065-2066-2067-2068-2069-2070-2071-2072-2073-2074-2075-2076-2077-2078-2079-2080-2081-2082-2083-2084-2085-2086-2087-2088-2089-2090-2091-2092-2093-2094-2095-2096-2097-2098-2099-2100-2101-2102-2103-2104-2105-2106-2107-2108-2109-2110-2111-2112-2113-2114-2115-2116-2117-2118-2119-2120-2121-2122-2123-2124-2125-2126-2127-2128-2129-2130-2131-2132-2133-2134-2135-2136-2137-2138-2139-2140-2141-2142-2143-2144-2145-2146-2147-2148-2149-2150-2151-2152-2153-2154-2155-2156-2157-2158-2159-2160-2161-2162-2163-2164-2165-2166-2167-2168-2169-2170-2171-2172-2173-2174-2175-2176-2177-2178-2179-2180-2181-2182-2183-2184-2185-2186-2187-2188-2189-2190-2191-2192-2193-2194-2195-2196-2197-2198-2199-2200-2201-2202-2203-2204-2205-2206-2207-2208-2209-2210-2211-2212-2213-2214-2215-2216-2217-2218-2219-2220-2221-2222-2223-2224-2225-2226-2227-2228-2229-2230-2231-2232-2233-2234-2235-2236-2237-2238-2239-2240-2241-2242-2243-2244-2245-2246-2247-2248-2249-2250-2251-2252-2253-2254-2255-2256-2257-2258-2259-2260-2261-2262-2263-2264-2265-2266-2267-2268-2269-2270-2271-2272-2273-2274-2275-2276-2277-2278-2279-2280-2281-2282-2283-2284-2285-2286-2287-2288-2289-2290-2291-2292-2293-2294-2295-2296-2297-2298-2299-2300-2301-2302-2303-2304-2305-2306-2307-2308-2309-2310-2311-2312-2313-2314-2315-2316-2317-2318-2319-2320-2321-2322-2323-2324-2325-2326-2327-2328-2329-2330-2331-2332-2333-2334-2335-2336-2337-2338-2339-2340-2341-2342-2343-2344-2345-2346-2347-2348-2349-2350-2351-2352-2353-2354-2355-2356-2357-2358-2359-2360-2361-2362-2363-2364-2365-2366-2367-2368-2369-2370-2371-2372-2373-2374-2375-2376-2377-2378-2379-2380-2381-2382-2383-2384-2385-2386-2387-2388-2389-2390-2391-2392-2393-2394-2395-2396-2397-2398-2399-2400-2401-2402-2403-2404-2405-2406-2407-2408-2409-2410-2411-2412-2413-2414-2415-2416-2417-2418-2419-2420-2421-2422-2423-2424-2425-2426-2427-2428-2429-2430-2431-2432-2433-2434-2435-2436-2437-2438-2439-2440-2441-2442-2443-2444-2445-2446-2447-2448-2449-2450-2451-2452-2453-2454-2455-2456-2457-2458-2459-2460-2461-2462-2463-2464-2465-2466-2467-2468-2469-2470-2471-2472-2473-2474-2475-2476-2477-2478-2479-2480-2481-2482-2483-2484-2485-2486-2487-2488-2489-2490-2491-2492-2493-2494-2495-2496-2497-2498-2499-2500-2501-2502-2503-2504-2505-2506-2507-2508-2509-2510-2511-2512-2513-2514-2515-2516-2517-2518-2519-2520-2521-2522-2523-2524-2525-2526-2527-2528-2529-2530-2531-2532-2533-2534-2535-2536-2537-2538-2539-2540-2541-2542-2543-2544-2545-2546-2547-2548-2549-2550-2551-2552-2553-2554-2555-2556-2557-2558-2559-2560-2561-2562-2563-2564-2565-2566-2567-2568-2569-2570-2571-2572-2573-2574-2575-2576-2577-2578-2579-2580-2581-2582-2583-2584-2585-2586-2587-2588-2589-2590-2591-2592-2593-2594-2595-2596-2597-2598-2599-2600-2601-2602-2603-2604-2605-2606-2607-2608-2609-2610-2611-2612-2613-2614-2615-2616-2617-2618-2619-2620-2621-2622-2623-2624-2625-2626-2627-2628-2629-2630-2631-2632-2633-2634-2635-2636-2637-2638-2639-2640-2641-2642-2643-2644-2645-2646-2647-2648-2649-2650-2651-2652-2653-2654-2655-2656-2657-2658-2659-2660-2661-2662-2663-2664-2665-2666-2667-2668-2669-2670-2671-2672-2673-2674-2675-2676-2677-2678-2679-2680-2681-2682-2683-2684-2685-2686-2687-2688-2689-2690-2691-2692-2693-2694-2695-2696-2697-2698-2699-2700-2701-2702-2703-2704-2705-2706-2707-2708-2709-2710-2711-2712-2713-2714-2715-2716-2717-2718-2719-2720-2721-2722-2723-2724-2725-2726-2727-2728-2729-2730-2731-2732-2733-2734-2735-2736-2737-2738-2739-2740-2741-2742-2743-2744-2745-2746-2747-2748-2749-2750-2751-2752-2753-2754-2755-2756-2757-2758-2759-2760-2761-2762-2763-2764-2765

- 4 -

26

በኢትዮጵያ ፍትሕ ስር

glasreaktorn 402 med hjälp av en spruta. Med hjälp av mald spannmål kunde pumpbara substratblandningar med en torrsbstanshalt av upp till 42 vikt% TS åstadkommas.

Kärl för rötnings

27

1-10-14

Herr. Myron Kesson

## PATENTKRAV

1. Sätt att framställa biogas genom anaerob rötning  
5 av ett organiskt material, k ä n n e t e c k n a t av  
att ett organiskt material mals,  
att det organiska materialet blandas med en vätska  
för att bilda ett slam med en torrsubstanshalt av 15-45  
vikt% TS,  
10 att slammet bringas i kontakt med biogasalstrande  
bakterier för rötning under anaeroba betingelser i en  
reaktor (2; 102; 202; 302), och  
att slammet rötas under alstring av biogas.
2. Sätt enligt krav 1, vid vilket slammets  
15 torrsubstanshalt är 30-45 vikt% TS.
3. Sätt enligt något av krav 1 och 2, vid vilket  
åtminstone hälften av slammets totala torrsubstanshalt  
härifrån från spannmål och/eller torkat spannmålsrens  
och/eller blandningar därav.
- 20 4. Sätt enligt krav 3, vid vilket spannmålen  
huvudsakligen föreligger i form av hela och rensade korn.
5. Sätt enligt något av föregående krav, vid vilket  
ett organiskt material av annan typ än förstnämnda  
organiska material också rötas i reaktorn (202; 302),  
25 varvid åtminstone 10 vikt% av den totala torrsubstans som  
införs i reaktorn härifrån från i förstnämnda organiska  
material ingående spannmål och/eller torkat  
spannmålsrens.
6. Sätt enligt något av föregående krav, vid vilket  
30 den vätska med vilken det organiska materialet blandas  
är väsentligen rent vatten.
7. Sätt enligt något av krav 1-5, vid vilket den  
vätska med vilken det organiska materialet blandas  
åtminstone delvis tas ut ur reaktorn (2; 102; 202; 302).
- 35 8. Anordning för framställning av biogas genom  
anaerob rötning av ett organiskt material, vilken  
anordning innefattar en förslutbar, väsentligen gastät

Feb. 21, 1962

... 14

28

[illegible]

reaktor (2; 102; 202; 302), som har ett inlopp (4; 104; 204; 304) för organiskt material och utlopp (6, 8; 106; 108; 206, 208; 306, 308) för bildad biogas och bildat rötslam, k ä n n e t e c k n a d av att anordningen (1; 100; 200; 300) innefattar en förblandningstank (18; 118; 218; 318) för blandning av ett malt organiskt material med en vätska till ett slam med en torrs substanshalt av 15-45 vikt% TS och en matningsledning (26, 4; 126, 104; 204; 304) för matning av slammet till reaktorn (2; 102; 202; 302).

9. Anordning enligt krav 8, vid vilken en kvarn (14; 114; 214; 314) är anordnad för malning av det organiska materialet innan detta införes i förblandningstanken (18; 118; 218; 318).

15            10. Anordning enligt något av krav 8-9, vid vilken en tillförselledning (122; 222) är anordnad för matning av vätska från reaktorn (102, 202) till förblandnings-tanken (118; 218).

20

[illegible]

Patent och register

29

200-05-14

Hans-Joachim Karsen

# SAMMANDRAG

5 Ett sätt att framställa biogas genom anaerob rötning  
av ett organiskt material innefattar stegen

att ett organiskt material mals,

att det organiska materialet blandas med en vätska  
för att bilda ett slam med en torrsubstanshalt av 15-45  
vikt% TS,

10 att slammet bringas i kontakt med biogasalstrande  
bakterier för rötning under anaeroba betingelser i en  
reaktor (2), och att slammet rötas under alstring av  
biogas.

15 En anordning (1) för framställning av biogas genom  
anaerob rötning av ett organiskt material innefattar en  
förslutbar, väsentligen gastät reaktor (2), som har ett  
inlopp (4) för organiskt material och utlopp (6, 8) för  
bildad biogas och bildat rötslam. Anordningen (1) har en  
förblandningstank (18) för blandning av ett malt  
20 organiskt material med en vätska till ett slam med en  
torrsubstanshalt av 15-45 vikt% TS och en matningsledning  
(26, 4) för matning av slammet till reaktorn (2).

25

30

35

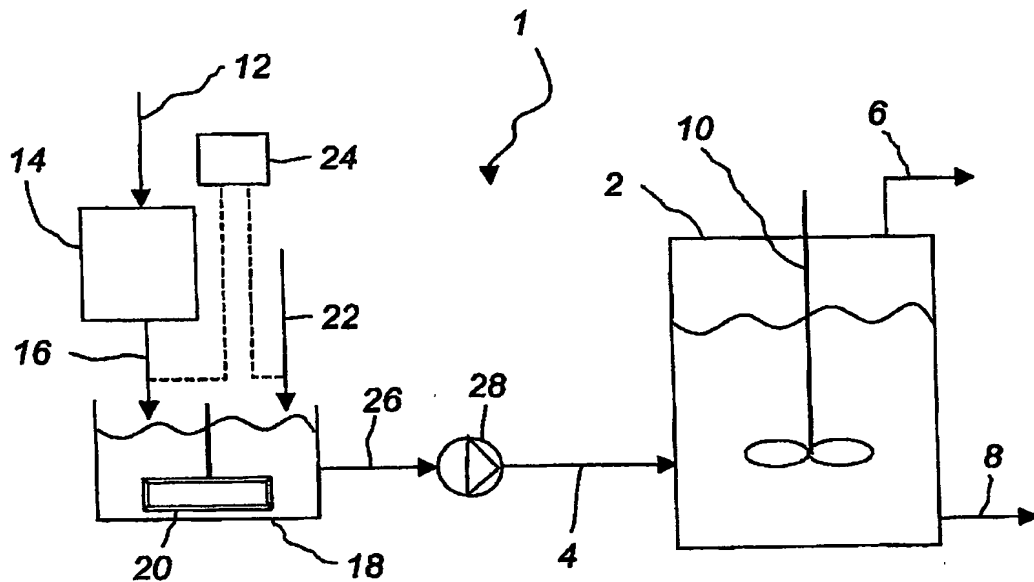
Publiceringsbild: Fig 1

Ink & Patent och register

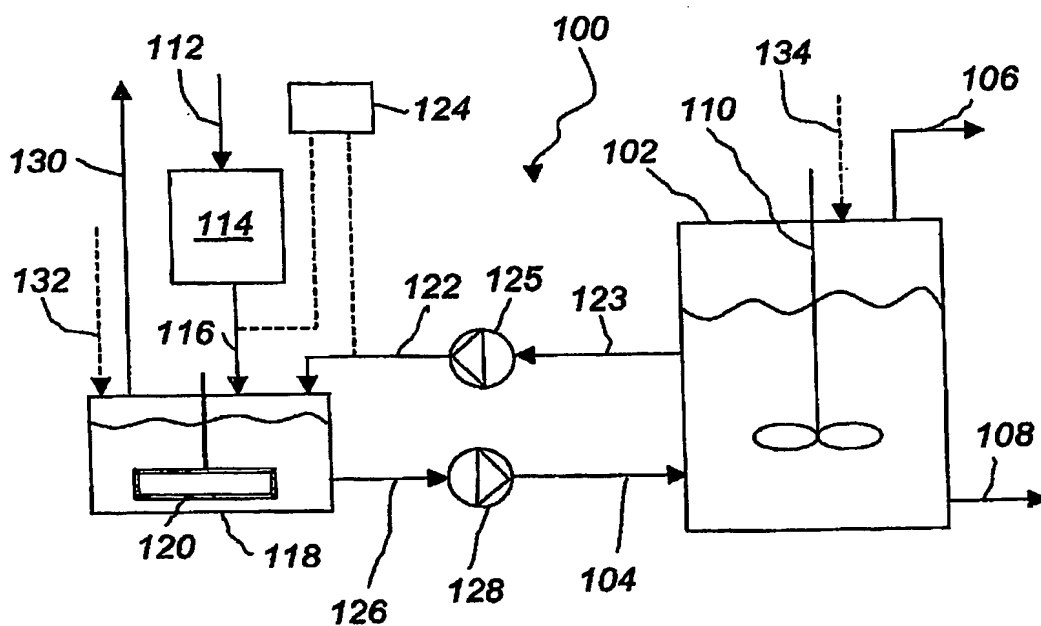
14

Huvudföretag Kossan

1/5



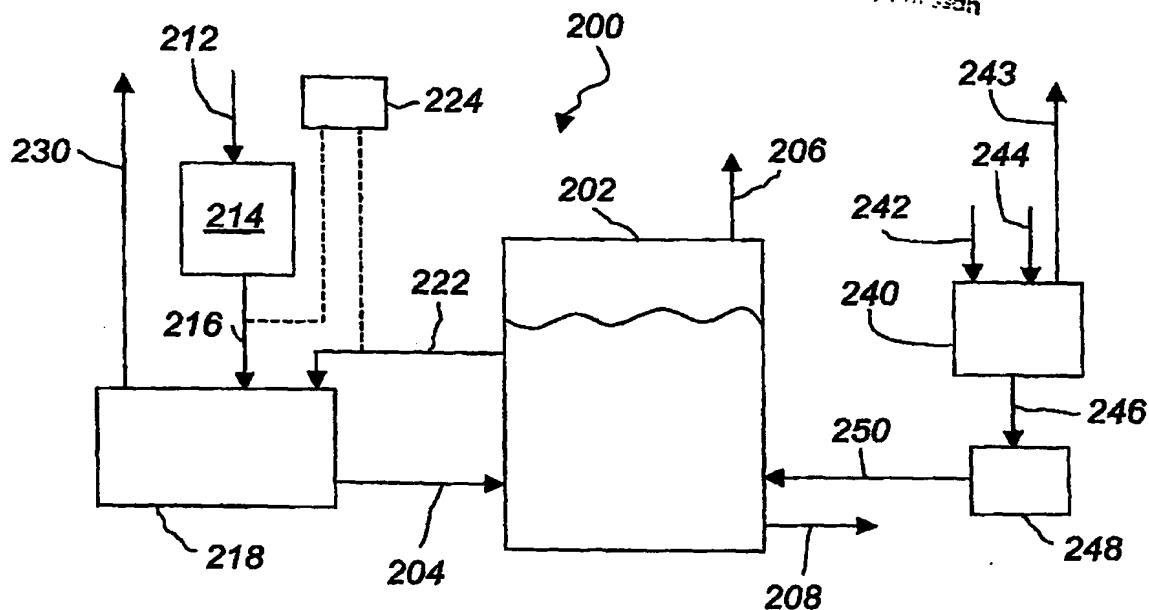
**Fig. 1**



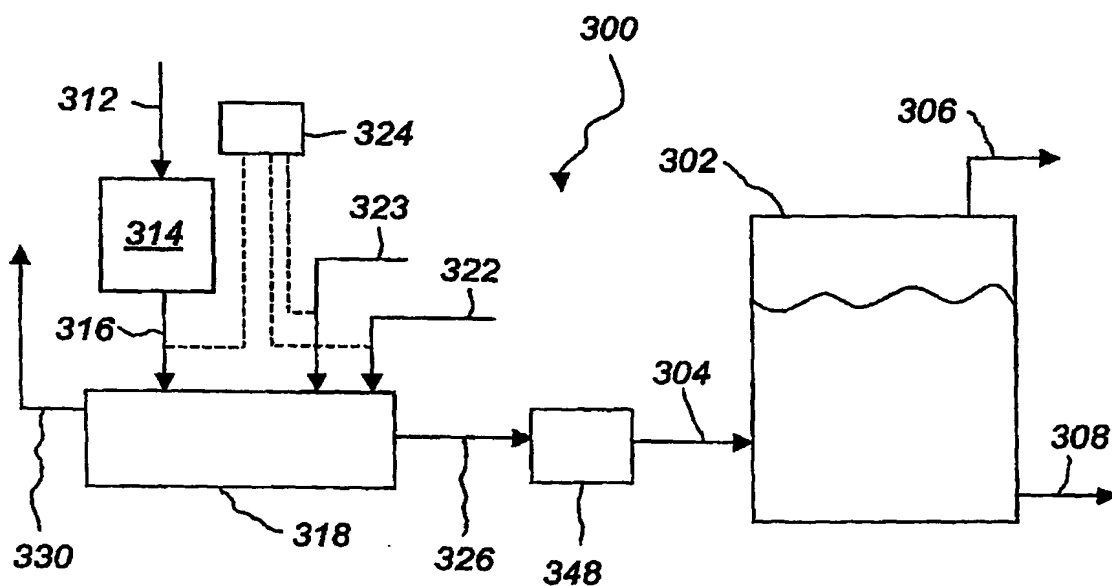
**Fig. 2**

2/5

10:17:17  
14  
Huvudkontroll



**Fig. 3**



**Fig. 4**

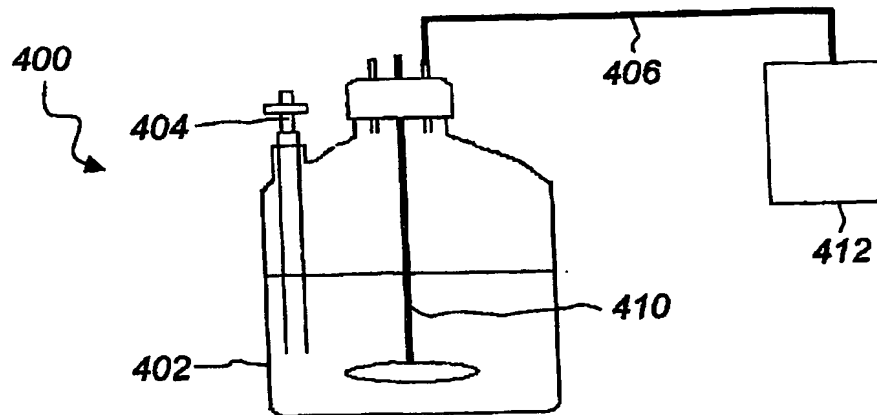


Int. Patent class.:

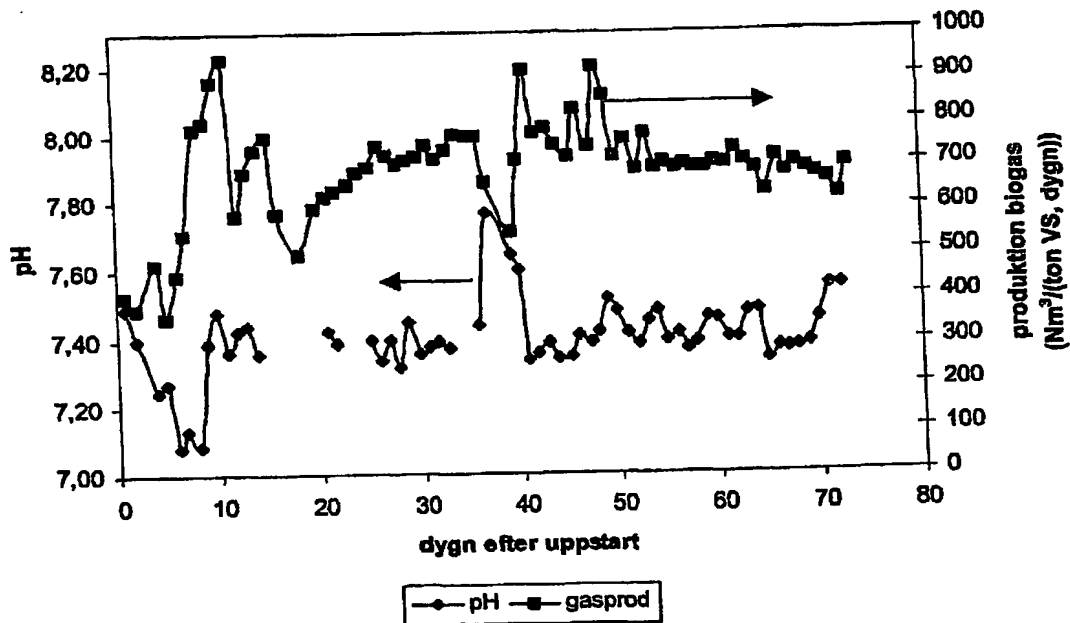
2002-03-14

Harvesting process

3/5



**Fig. 5**



**Fig. 6**

4/5

Int. Patent ansökan

2000-00-14

Huvudsaken

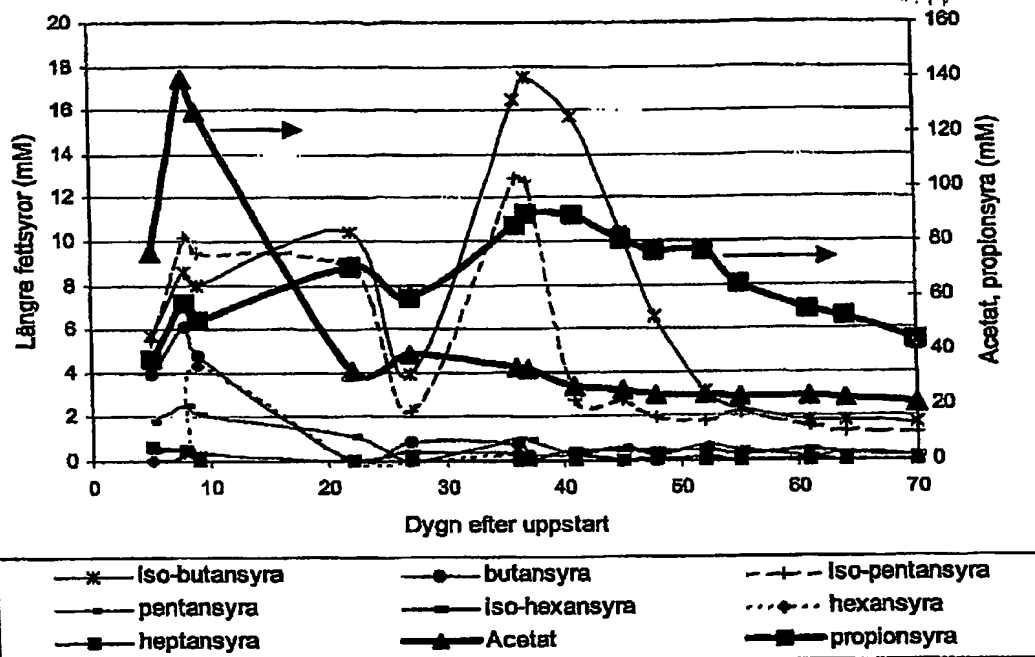


Fig. 7

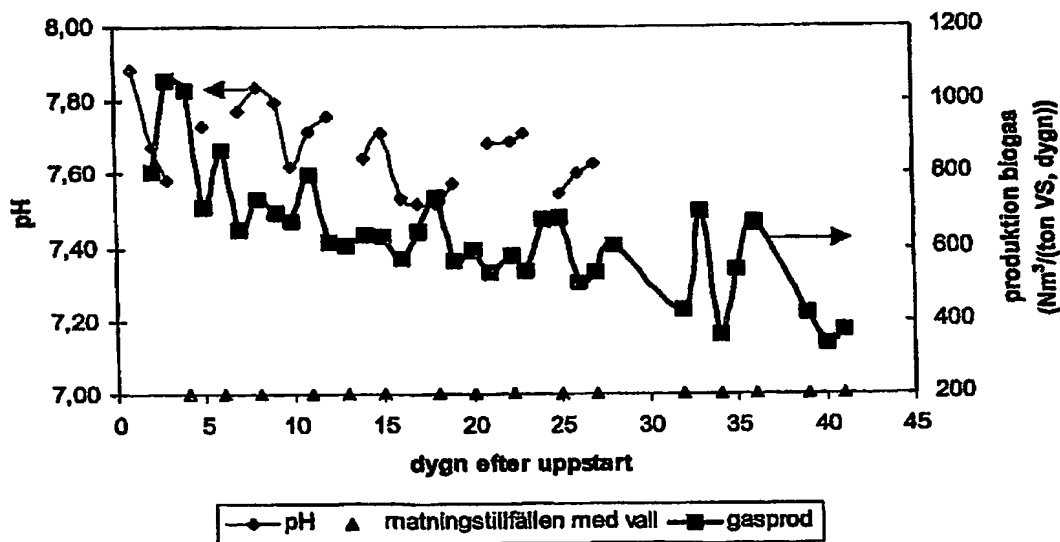


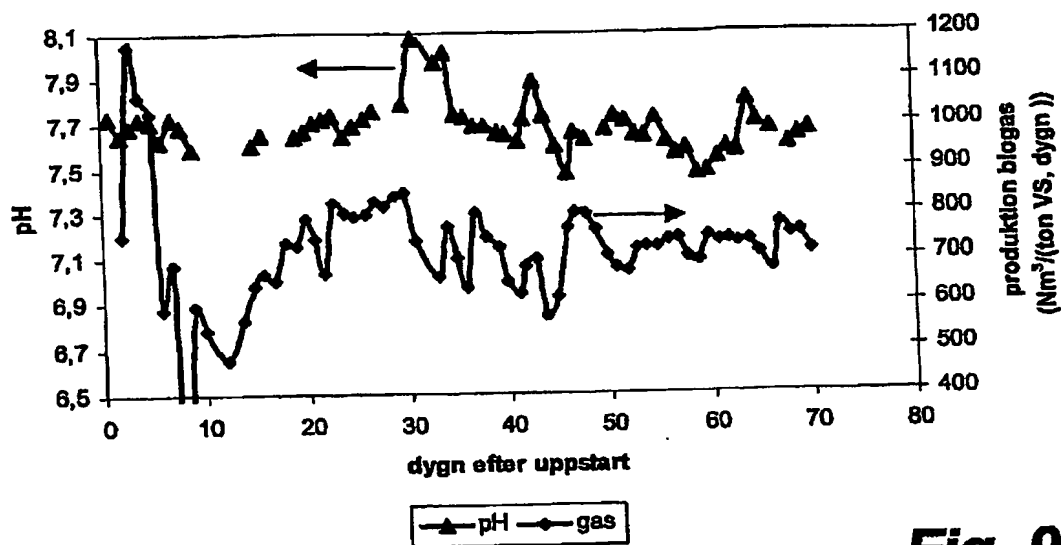
Fig. 8

Int. A. Patent och register

1997-08-14

Fig. 9

5/5



**Fig. 9**

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER: \_\_\_\_\_**

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**